



PATENT  
ATTORNEY DOCKET NO.: 003-122

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of:

**Hans Ulrich FRUTSCHI *et al.***

Patent Application No.: 10/808,487

Filed: 25 March 2004

For: Method for the operation of a Power Plant

Group Art Unit: 3746

Examiner: Casaregola, Louis J.

Confirmation No.: 5763

Commissioner for Patents  
MAIL STOP ISSUE FEE  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:


**CLAIM FOR PRIORITY**

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicants hereby claim the benefit of the filing date of German Patent Application No. 101 47 476.8 filed 25 September 2001 for the above-identified United States Patent Application.

In support of Applicants' claim for priority, filed herewith is a certified copy of the German application.

Respectfully submitted,

**Cermak & Kenealy LLP**

  
David J. Kenealy  
Reg. No. 40,411

Dated: March 21, 2005

**CUSTOMER NO. 36844**  
**Cermak | Kenealy LLP**  
P.O. Box 7518  
Alexandria, Virginia. 22307  
Tel.: (703) 518-8485  
Fax: (703) 518-8486



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 47 476.8

**Anmeldetag:** 25. September 2001

**Anmelder/Inhaber:** ALSTOM (Switzerland) Ltd., Baden/CH

**Bezeichnung:** Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage

**IPC:** F 02 C 3/34

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Januar 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

*Brosig*  
Brosig

## **Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage**

### **Technisches Gebiet**

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage nach dem Oberbegriff des unabhängigen Anspruchs.

### **Stand der Technik**

Allgemein sind Kraftwerksanlagen bekannt, welche kohlenstoffhaltige Brennstoffe unter Zuführung von komprimierter Atmosphärenluft verbrennen. Die bei der Verbrennung erzeugten Verbrennungsgase, wie Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und Stickoxide, stellen jedoch ein vielschichtiges Problem dar und werden nicht zuletzt für die Klimaerwärmung verantwortlich gemacht.

Aus der EP 0 953 748 A1 ist eine Kraftwerksanlage mit einem geschlossenen oder quasi-geschlossenen Kreislauf bekannt. Der Kreislauf wird mit einem  $\text{CO}_2$ -haltigen Medium mit einer inneren Verbrennung eines Brennstoffs und dem dazu nötigen Sauerstoff betrieben. Überschüssiges  $\text{CO}_2$  wird aus dem Kreislauf entnommen und in eine Auskondensierungsanlage eingeleitet, das auskondensierte  $\text{CO}_2$  kann dann umweltschonend entsorgt werden. Durch die Anwendung eines geschlossenen oder quasi-geschlossenen Kreislaufs mit Zugabe von reinem

Sauerstoff wird zudem verhindert, dass Luftstickstoff in die Flamme kommt, wodurch keine oder nur geringfügig Stickoxide entstehen.

Aufgrund der Konzeption des Kreislaufs reichern sich jedoch mit dem Brennstoff oder dem Sauerstoff eingeschleppte Inertgase im Prozess bis weit über die Ausgangskonzentration an und können durch Verschiebung der thermodynamischen Eigenschaften des Arbeitsmediums zu einer deutlichen Beeinträchtigung der Effizienz des Prozesses führen. Die Zusammensetzung des verwendeten Brennstoffes lässt sich durch den beschriebenen Prozess nicht beeinflussen, doch soll dem Prozess möglichst reiner Sauerstoff zugeführt werden, um den Anteil an Inertgasen möglichst gering zu halten

In den benötigten Quantitäten lässt sich Sauerstoff hoher Reinheit bis heute nur kryotechnisch erzeugen. Dabei werden die hohen Kosten für die Luftzerlegungsanlage, die den wirtschaftlichen Betrieb von Kraftwerksanlagen mit einem geschlossenen oder quasi-geschlossenen Kreislauf in Frage stellen, wesentlich durch die geringe Konzentration des Sauerstoffs in der Umgebungsluft und die daraus resultierenden grossen Massen- und Volumenströme in der Luftzerlegungsanlage verursacht.

### **Darstellung der Erfindung**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage der eingangs genannten Art Sauerstoff hoher Reinheit mit geringen Kosten zur Verfügung zu stellen.

Erfindungsgemäss wird dies durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs erreicht.

Kern der Erfindung ist es also, dass der Luftzerlegungsanlage Mittel zur Grobzerlegung der zugeführten Luft vorgeschaltet werden.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass nach Verlassen der Grobzerlegungsanlage die mit Sauerstoff angereicherte Luft, welche dadurch einen reduzierten Massenstrom aufweist, in die Luftzerlegungsanlage geleitet und dort verarbeitet wird. Durch die vorgeschaltete Grobzerlegungsanlage kann deshalb die herkömmliche Luftzerlegungsanlage sehr viel kleiner und preiswerter gestaltet werden.

Es ist vorteilhaft, die Grobzerlegungsanlage nach dem Membranverfahren herzustellen, wobei je nach Membrantyp der permeierte Luftbestandteil entweder Sauerstoff oder Stickstoff sein kann.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

### **Kurze Beschreibung der Zeichnung**

Im folgenden werden anhand der Zeichnung Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung unwesentlichen Merkmale sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

Es zeigt:

Fig. 1 eine Schaltung eines Gasturbinenprozesses mit geschlossenem Kreislauf.

### Weg zur Ausführung der Erfindung

Die einzige Fig. 1 zeigt eine Gasturbine mit geschlossenem oder zumindest quasisgeschlossenem, d.h. zum grossen Teil geschlossenem Kreislauf. Diese Gasturbine bzw. Gasturbogruppe besteht aggregatmässig aus einer Verdichtereinheit 1, einem mit diesem Verdichter 1 gekoppelten Generator 19, einer mit dem Verdichter 1 gekoppelten Turbine 3 und einer zwischen Verdichter 1 und Turbine 3 wirkenden Brennkammer 2. Die Kopplung der Strömungsmaschinen 1 und 3 kann über eine gemeinsame Welle 20 erfolgen. Der Verdichter kann auch mit einem nicht gezeigten Zwischenkühler oder mit Mitteln für eine isotherme Kühlung ausgestattet sein.

Der Kreislauf umfasst weiter einen Kühler und / oder Abwärmeverwerter 4, einen Wasserabscheider 5 und eine CO<sub>2</sub>-Entnahme 6. Das über die CO<sub>2</sub>-Entnahme 6 entnommene CO<sub>2</sub> kann z.B. über eine nicht dargestellte Auskondensierungsanlage auskondensiert und dann umweltschonend entsorgt werden. Im Verdichter 1 wird ein Kreislaufmedium 21, grösstenteils bestehend aus CO<sub>2</sub> und gegebenenfalls H<sub>2</sub>O, verdichtet und der Brennkammer 2 zugeführt.

Der Brennkammer 2 werden weiter ein Brennstoffmassenstrom 7, hier z.B. Erdgas oder Methan CH<sub>4</sub>, und ein Sauerstoffstrom 12 zugeführt und in der Brennkammer 2 verbrannt. Das dabei entstehende Heissgas 22, hier im wesentlichen bestehend aus den Komponenten CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O sowie ggf. mit dem Sauerstoff oder dem Brennstoff zugeführten Inertgasen, wird der Turbine 3 zugeführt und dort unter Abgabe von Arbeitsleistung entspannt. Über eine Leitung 16 wird der Turbinenaustrittsstrom dem Kühler und / oder Abwärmeverwerter 4 zugeführt und dort abgekühlt. Das durch die Abkühlung ausfallende Wasser wird über den Wasserabscheider 5 ausgeschieden. Das verbleibende Kreislaufmedium 21 aus mehrheitlich CO<sub>2</sub> wird dann wieder dem Verdichter 1 zugeführt. Da die durch die Verbrennung entstehenden Komponenten CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O kontinuierlich entfernt werden, entsteht ein Kreislauf mit weitgehend konstanter Zusammensetzung des Arbeitsmediums.

Zur Herstellung des Sauerstoffstroms 12 wird z.B. eine kryogene Luftzerlegungsanlage 11 verwendet. Die kryogene Auftrennung von Gemischen, wie Luft zwecks Gewinnung von Sauerstoff ( $O_2$ ) und Stickstoff ( $N_2$ ), ist bekannt. Es sei beispielsweise auf das Zwei-Kolonnen-Verfahren von Linde verwiesen. Luftzerlegungsanlagen verursachen jedoch hohe Kosten, die in erster Linie von den durchzusetzenden Massen- oder Volumenströmen abhängen.

Der kryogenen Luftzerlegungsanlage 11 wird deshalb erfindungsgemäss eine nach einem einfachen Membranprinzip arbeitende, ein- oder mehrstufig ausgelegte Grobzerlegungsanlage 9 vorgeschaltet, in der z.B. Polymermembranen zum Einsatz kommen können. In der Grobzerlegungsanlage wird die angesaugte Luft 8 mit Sauerstoff angereichert, indem Stickstoff abgeschieden wird. Je nach Membrantyp kann der permeierte Luftbestandteil entweder Sauerstoff oder Stickstoff sein. Eine gegebenenfalls notwendige Temperierung des Membranmoduls kann durch Wärmeintegration mit dem Abwärmeverwerter 4 oder der kryogenen Luftzerlegungsanlage 11 erreicht werden. Nach Verlassen der Grobzerlegungsanlage wird der auf mindestens 40 Vol.% Sauerstoff angereicherte und damit um mindestens 50% reduzierte Massenstrom Luft 10 in die kryogene Luftzerlegungsanlage geleitet, die damit sehr viel kleiner und preiswerter gestaltet werden kann, als ohne die vorgeschaltete Grobzerlegungsanlage 9.

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf das gezeigte und beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt.

Das Kreislaufmedium kann auch durch Wärmeabfuhr verflüssigt werden, wobei dann an Stelle des Verdichters eine Pumpe verwendet werden kann.

## Bezugszeichenliste

- 1 Verdichter
- 2 Brennkammer
- 3 Turbine
- 4 Kühler und / oder Abwärmeverwerter
- 5 Wasserabscheider
- 6 CO<sub>2</sub>-Entnahme
- 7 Brennstoffmassenstrom
- 8 Luftzufuhr
- 9 Grobzerlegungsanlage
- 10 Reduzierter Massenstrom Luft
- 11 Kryogene Luftzerlegungsanlage
- 12 Sauerstoffstrom
- 16 Leitung
- 19 Generator
- 20 Gemeinsame Welle
- 21 Kreislaufmedium
- 22 Heissgas



### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage mit einem geschlossenen oder quasi-geschlossenen Kreislauf, wobei die Kraftwerksanlage im wesentlichen aus mindestens einer Verdichtereinheit (1) oder einer Pumpe, mindestens einer Brennkammer (2), mindestens einer Turbine (3) und mindestens einer Wärmesenke (4) besteht, wobei in der Brennkammer (2) ein Brennstoffmassenstrom (14) mit mindestens einem Sauerstoffstrom (12) zu einem Heissgas reagiert, welches in der mindestens einen Turbine (3) arbeitsleistend entspannt wird, und die entstehenden überschüssigen Verbrennungsprodukte ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) dem Kreislauf an geeigneter Stelle (5, 6) entnommen werden, dadurch gekennzeichnet, dass der der Brennkammer (2) zugeführte Sauerstoffstrom (12) mittels einer Luftzerlegungsanlage (11) gewonnen wird und dieser Luftzerlegungsanlage (11) Mittel (9) zur Grobzerlegung der zugeführten Luft (8) vorgeschaltet sind, um die der Luftzerlegungsanlage (11) zugeführte Luft (10) mit Sauerstoff anzureichern.
2. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Luftzerlegungsanlage (11) nach dem kryogenen Prinzip arbeitet.
3. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel (9) zur Grobzerlegung der zugeführten Luft ein mindestens einstufiges Membranverfahren ist.
4. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet,

dass durch das Mittel (9) zur Grobzerlegung der zugeführten Luft (8) der Sauerstoffanteil der der Luftzerlegungsanlage (11) zugeführten Luft (10) auf mindestens 40 Volumenprozent (40 Vol.%) erhöht wird.

5. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage nach einem der Ansprüche 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die permeierte Luftkomponente Sauerstoff ist.
6. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage nach einem der Ansprüche 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die permeierte Luftkomponente Stickstoff ist.
7. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine für den Membranprozess benötigte Wärme durch Wärmeintegration mit dem Abwärmeverwerter (4) des Gasturbinenprozesses zur Verfügung gestellt wird.
8. Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine für den Membranprozess benötigte Kälte durch Wärmeintegration mit der Luftzerlegungsanlage (11) zur Verfügung gestellt wird.

## Z u s a m m e n f a s s u n g

Bei einem Verfahren zum Betrieb einer Kraftwerksanlage mit einem geschlossenen oder quasi-geschlossenen Kreislauf, besteht die Kraftwerksanlage im wesentlichen aus mindestens einer Verdichtereinheit (1) oder einer Pumpe, mindestens einer Brennkammer (2), mindestens einer Turbine (3) und mindestens einer Wärmenenke (4). In der Brennkammer (2) reagiert ein Brennstoffmassenstrom (14) mit mindestens einem Sauerstoffstrom (12), die dadurch entstehenden überschüssigen Verbrennungsprodukte ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) werden dem Kreislauf an geeigneter Stelle (5, 6) entnommen und der der Brennkammer zugeführte Sauerstoffstrom (12) wird mittels einer Luftzerlegungsanlage (11) gewonnen.

Der Luftzerlegungsanlage (11) werden Mittel (9) zur Grobzerlegung der zugeführten Luft (8) vorgeschaltet, um die der Luftzerlegungsanlage (11) zugeführte Luft (10) mit Sauerstoff anzureichern.

(Fig. 1)

1 / 1

Fig. 1

